

Özel Yetenekli Öğrencilerle Matematiksel Modelleme: Deneysel Bir Yaklaşım*

Nursen Yılmaz*, Özgen Korkmaz**

Makale Geliş Tarihi: 18/01/2025

Makale Kabul Tarihi: 06/03/2025

DOI: 10.35675/befdergi.1622535

Öz

Bu araştırmanın amacı, Matematiksel Modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin Bilgisayarca Düşünme Becerileri, Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri ve Araştırma Sorgulamaya dönük özyeterliliklerine etkisini incelemektir. Araştırmada karma araştırma desenlerinden iç içe geçmiş araştırma deseni kullanılmaktadır. Nicel kısımda kontrol grupsuz ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmış olup nitel kısımda olgu bilim araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmada seçkisiz olmayan örnekleme türlerinden uygun örnekleme ile özel yetenek tanısı almış 31 öğrenci çalışma grubunu oluşturmaktadır. Deneysel uygulamada, altı adet matematiksel modelleme etkinliği sekiz haftalık bir eğitimle uygulanmıştır. Veriler bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği, yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri, araştırma sorgulamaya dönük tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Nicel verilerin analizinde bağımlı örneklem t-testi; nitel veriler için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak, matematiksel modelleme, özel yetenekli öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri algılarını ve yaratıcı problem çözme özelliklerini geliştirmede etkili bir araçtır. Ayrıca, araştırma ve sorgulama becerilerinde "merak duyma" boyutunda anlamlı bir gelişim sağlanmıştır.


Anahtar Kelimeler: Araştırma-sorgulama, bilgisayarca düşünme, matematiksel modelleme, özel yetenekli öğrenci, yaratıcı problem çözme


Mathematical Modeling with Gifted Students: An Experimental Approach

Abstract

The purpose of this study is to examine the effect of Mathematical Modeling education on the Computational Thinking Skills, Creative Problem-Solving Characteristics and Research Inquiry self-efficacy of gifted middle school students. Nested research design, one of the mixed

* Bu çalışma ikinci yazar yönetiminde birinci yazar tarafından sunulmuş yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye, nyilmazmat@gmail.com, ORCID: [0000-0001-6708-0656](https://orcid.org/0000-0001-6708-0656) 

*** Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bandırma, Balıkesir, Türkiye, ozgenkorkmaz@gmail.com, ORCID: [0000-0003-4359-5692](https://orcid.org/0000-0003-4359-5692) 

Kaynak Gösterme: Yılmaz, N. & Korkmaz, Ö. (2025). Özel yetenekli öğrencilerle matematiksel modelleme: Deneysel bir yaklaşım. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*. 20(46), 695-729.

research designs, is used in the study. In the quantitative part, pretest-posttest quasi-experimental design without control group was used and in the qualitative part, phenomenological research design was used. The study group consisted of 31 students diagnosed with special ability through convenient sampling from non-random sampling types. In the experimental application, six mathematical modeling activities were implemented with an eight-week training. Dependent sample t-test was used to analyze quantitative data and content analysis method was used for qualitative data. As a result, mathematical modeling is an effective tool in developing gifted students' perceptions of computational thinking skills and creative problem-solving skills. In addition, a significant improvement was achieved in the "curiosity" dimension of research and inquiry skills.

Keywords: Creative problem solving, computer thinking, gifted students, mathematical modelling, research-inquiry

Giriş

Özel yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme ve yaratıcılık süreçleriyle etkileşimi, günlük hayatta uygulama becerilerini geliştirme açısından önem taşımaktadır. Matematiksel modelleme yöntemi öğrenciler tarafından ilgi çekici ve düşündürücü bulunmakta (Saltık Ayhanöz, 2021) ve matematiksel yaratıcılığın modelleme etkinlikleriyle çeşitlilik kazandığı ortaya konmaktadır (Şengil Akar, 2017). Özel yetenekli öğrencilerle yapılan çalışmalarda matematiksel modelleme eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve yeteneklerini geliştirdiği sıkça vurgulanmaktadır. Türkiye'deki Bilim ve Sanat Merkezleri'nde (BİLSEM) sunulan eğitim programlarının, matematiksel modelleme eğitimi içermesi bu açıdan önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (MEB, 2019). Bunun yanında, bu alandaki araştırmaların sınırlı olduğu ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Binbir & Arastaman, 2021). Bu bağlamda yapılan çalışmalar, özel yetenekli öğrencilerin eğitim süreçlerini anlamada ve geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Matematiksel modelleme tabanlı eğitim programlarının öğrenciler üzerindeki etkileri, literatürde detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Özbek (2023), özel yetenekli öğrenciler için matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi programı geliştirmiş ve 41 haftalık uygulama sonunda öğrencilerin probleme odaklanma, matematikselleştirme, analiz, yorumlama ve doğrulama gibi beş temel beceriyi etkili bir şekilde kazandığını gözlemlemiştir; ayrıca bu süreçlerin, öğrencilerin projelerini başarıyla tamamlamasına katkı sağladığını ifade etmiştir. Ayrıca, yaratıcı problem çözme temelli etkinliklerin, öğrencilerin sorgulama becerileri ile farklı bakış açıları geliştirmelerine katkı sağladığı belirtilmiştir (Akdeniz, 2021). Uluslararası düzeyde yapılan araştırmalar da yine bu alandaki özgün ihtiyaçlara dikkat çekmektedir. Özbek, Köse and Cho (2023), matematiksel modelleme eğitiminin, küresel sorunlara çözüm geliştirme süreçlerini teşvik ettiğini belirlemiştir. Mhlolo (2017), Güney Afrika'da üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı potansiyellerinin kapsayıcı eğitim sistemi içerisinde yeterince desteklenmediğini vurgulamıştır. Araştırmalar, matematiksel modelleme süreçlerinin yanı sıra farklı pedagojik yaklaşımların da özel yetenekli öğrencilerin gelişimine katkı sunduğunu göstermektedir. Blum and Borromeo Ferri

(2009), öğretmen rehberliği ile bağımsız çalışma arasında kurulan dengenin kalıcı öğrenme becerilerini geliştirdiğini savunmuş; Chamberlin and Moon (2005) ise Model Ortaya Çıkarma Aktiviteleri (MEA) ile öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmeyi hedeflemiştir. Cramond, Martin and Shaw (1990), yaratıcı problem çözme eğitimlerinin gerçek yaşam problemlerine aktarılabilir stratejiler kazandırdığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, matematiksel modelleme ve yaratıcı düşünme süreçlerinin özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde önemli bir rol oynadığı görülmektedir.

Matematiksel modelleme eğitiminin, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerinde önemli gelişmeler sağladığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Özgen & Şeker, 2021; Gürbüz & Çalık, 2021). Farklı ülkelerde matematik eğitimi reformları, öğrencilerin matematiksel düşünme, problem çözme ve modelleme becerilerini geliştirmeye odaklanan önemli değişiklikler içermektedir. Almanya, Hollanda ve Japonya gibi ülkelerde matematiği günlük yaşam bağlamında öğretmeyi hedefleyen reformlar, matematiksel modelleme, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini müfredata entegre etmiştir (Adleff vd., 2023; Van Zanten & Van den Heuvel-Panhuizen, 2021). PISA ve TIMSS gibi uluslararası ölçme çalışmaları, bu reformların tasarımında önemli bir etkiye sahiptir. Türkiye'deki PISA analizleri ise, öğrencilerin üst düzey matematik performansındaki artışa dikkat çekmektedir (MEB, 2023).

Modelleme süreci, matematiğin gerçek dünya problemlerine uygulanmasını içermektedir. Borromeo Ferri'nin (2013) tanımladığı modelleme döngüsüne göre süreç, bir gerçek dünya probleminin matematiksel bir problem olarak formüle edilmesiyle başlar; daha sonra matematiksel çözüm geliştirilir ve çözüm, başlangıçtaki bağlama uyarlanır. Bu sürecin doğru bir şekilde işlemesi için öğrencilere rehberlik sağlanması ve öğretmenlerin bu konuda yeterliliklerinin artırılması gereklidir. Bununla birlikte, araştırmalar, birçok öğretmenin matematiksel modelleme farkındalığının düşük olduğunu ve modelleme kavramını, matematiği modelleme ile karıştırdığını göstermektedir (Sarı & Sağır, 2021). Literatürde matematiksel modelleme süreçleri farklı şekillerde ele alınmıştır. Niss (2003), modelleme sürecini bir çerçeve ile açıklamıştır. Bu çerçeve, mevcut modellerin analizi, model öğelerinin yorumlanması, matematiksel ifadelerin soyutlanması ve problemlerin çözümünden modelin doğrulanmasına kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Modelleme sürecinin etkili bir şekilde öğretilmesi için öğretim materyallerine erişimin kolaylaştırılması gereklidir. Ancak, kaynak ve materyal eksikliği, bu süreçte öğretmenler ve öğrenciler açısından önemli bir engel oluşturmaktadır (Ang, 2001). Öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerinde karşılaştığı zorluklar üzerine yapılan çalışmalarda, rehberlik eksikliği ve pedagojik materyallerin yetersizliği sıkça vurgulanmaktadır (Blum & Borromeo Ferri, 2009; Yoon vd., 2010). Bu bağlamda, modelleme etkinliklerinin derslerin başlangıcında uygulanması, öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini daha etkili bir şekilde kullanmalarını sağlayabilir. Ayrıca, disiplinler arası bir perspektif ile sunulan yaratıcı problem çözme atölyeleri ve deneysel uygulamalar,

öğrencilerin karmaşık problemlere yönelik analitik ve eleştirel becerilerini geliştirme potansiyeline sahiptir (Barry & Kanematsu, 2007; Çetinkaya, 2014).

Sonuç olarak, literatürde matematiksel modelleme eğitiminin öğrencilerin yaratıcı düşünme, araştırma-sorgulama ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Sala Sebastià vd., 2021; Özden, 2015). Matematiksel modelleme eğitimi, öğrencilerin karmaşık sorunları çözme, gerçek dünya bağlamlarına uygun matematiksel çözümler geliştirme ve disiplinler arası projeler üretme kapasitesini artırmak için güçlü bir araç olarak görülmektedir. Türkiye'deki ulusal çalışmalar, bu öğrencilerin matematiksel modelleme ve yaratıcı problem çözme gibi alanlarda gelişimlerini desteklemeyi hedeflerken, uluslararası araştırmalar bu yaklaşımların evrensel geçerliliğini vurgulamaktadır. Bu kapsamda geliştirilecek yenilikçi ve öğrenci merkezli eğitim programları, özel yetenekli öğrencilerin hem akademik hem de bilişsel gelişimlerine katkı sağlayacak önemli bir potansiyele sahiptir. Buradan yola çıkarak ulusal ve uluslararası araştırmaların ortak noktası, özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerini açığa çıkarmak ve geliştirmek için özgün ve nitelikli eğitsel programlara ihtiyaç olduğudur. Özellikle matematiksel modelleme ve yaratıcı problem çözme becerilerinin desteklenmesi; öğrencilerin bilişsel, akademik ve sosyal-duygusal gelişimlerine önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye'de, bu tür programların yaygınlaştırılması ve müfredatın özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde esnekleştirilmesi önemlidir. Uluslararası örneklerden ilham alınarak, daha kapsayıcı ve etkili öğretim modelleri geliştirilebilir.

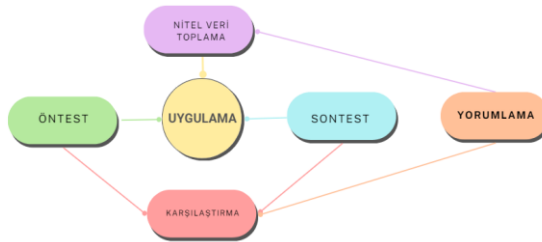
Matematiksel olarak yetenekli öğrenciler özelinde yapılan araştırmalar, bu öğrencilerin modelleme etkinliklerine yönelik motivasyonlarının ve problem çözme süreçlerindeki hata yapma eğilimlerinin farklılaştığını göstermekte ve modelleme eğitiminin onların bilişsel ve akademik gelişimlerine katkı sağlayacak şekilde özel olarak yapılandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Ferrando vd., 2024; Trpin, 2024). Bu doğrultuda, matematiksel modelleme sürecinin bilimsel temellerine yönelik çalışmalar, bu yöntemin özel yetenekli öğrencilerin bilişsel becerilerini geliştirmedeki önemini vurgulamaktadır (Krutikhina vd., 2018). Tüm bu bulgular, matematiksel modelleme eğitiminin, özel yetenekli öğrencilerin akademik ve bilişsel gelişimlerini destekleyen nitelikli eğitim programları ile güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Buradan yola çıkarak, matematiksel modelleme, bireylerin karmaşık problemleri anlamlandırma, analiz etme ve çözme becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli öğrenciler üzerindeki etkilerini araştırmak hem bireysel hem de toplumsal gelişim açısından önemli katkılar sağlayacaktır. Bu bağlamda araştırmanın amacı, matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri, yaratıcı problem çözme özellikleri ve araştırma-sorgulamaya dönük öz yeterlikleri üzerindeki etkilerini incelemek olarak belirlenmiştir. Alt problemler aşağıdaki şekildedir.

1. Matematiksel Modelleme eğitiminin özel yetenekli öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Becerilerine etkisi var mıdır?
2. Matematiksel Modelleme eğitiminin özel yetenekli öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme Özelliklerine etkisi var mıdır?
3. Matematiksel Modelleme eğitiminin özel yetenekli öğrencilerin Araştırma Sorgulamaya dönük özyeterliliklerine etkisi var mıdır?
4. Özel yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme eğitimi hakkındaki görüşleri nelerdir?

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırmada karma araştırma desenlerinden iç içe geçmiş (gömülü) araştırma deseni kullanılmaktadır. Gömülü araştırma deseni nicel ve nitel verilerin eş zamanlı olarak toplanabileceği bir karma araştırma yöntemidir. Bu araştırmada nitel ve nicel veriler eş zamanlı olarak toplanmıştır. Matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmış ve uygulama sırasında yapılan gözlem ve öğrenci değerlendirmeleri alınarak nicel veriler nitel değerlendirmeler ile desteklenmiştir (Creswell, 2014: 4). Çalışmanın nicel kısmında, kontrol grupsuz ön test-son test yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Kontrol grubu kullanılmamasının temel nedeni, araştırma grubunu oluşturan özel yetenekli öğrencilerin sınırlı sayıda olması ve mevcut koşullarda rastgele atama ile eş değer bir kontrol grubunun oluşturulmasının mümkün olmamasıdır. Ayrıca uygulanan programın her öğrencinin bireysel gelişimine etkisini ortaya koymayı amaçlayan bu araştırma, grup karşılaştırmasından ziyade bireylerin ön test-son test verileri üzerinden değerlendirildiği bir yaklaşımı benimsemiştir. Bu nedenle, öğrenciler üzerinde yapılan uygulama öncesi ve sonrası ölçümlerle bireysel değişimlerin incelendiği yarı deneysel desen tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan örneklem yansız olarak atanmadığı için, desen deneysel değil yarı deneysel olarak tanımlanmıştır (Karasar, 2022:96). Bu yöntem, sınırlı örnekleme yürütülen ve bireysel değişimi odak alan eğitim araştırmalarında geçerli ve anlamlı sonuçlar sağlayabilmektedir.



Şekil 1. Araştırma süreci

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu özel yetenek tanısı almış 6 ve 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada seçkisiz olmayan örnekleme türlerinden uygun örnekleme kullanılmıştır. Örnekleme olarak 6. sınıflardan 10 genel yetenek, 6 sanat (resim-müzik) ve 7. sınıflardan 9 genel yetenek, 6 sanat (resim-müzik) olmak üzere toplam 31 özel yetenekli öğrenci ile çalışılmıştır. Deneysel uygulamaya katılan ve rastgele seçilen 20 öğrenci ile de görüşme yapılmıştır. Araştırmacı 2023-2024 eğitim öğretim yılında grubun “Matematiksel Modelleme” dersinde öğretmen olarak görev almıştır.

Veri Toplama Araçları

Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği

Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerilerini ne ölçüde etkilediğini belirlemek amacıyla Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) tarafından geliştirilen “Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği” uygulanmıştır. 5’li likert tipinde düzenlenmiş olan ölçek 22 maddeden ve 5 faktörden oluşmaktadır. “Yaratıcılık” ismi verilen birinci faktörde 4 madde, “Algoritmik Düşünme” isimli ikinci faktörde 4 madde, “İşbirliklilik” faktöründe 4 madde, “Eleştirel Düşünme” faktöründe 4 madde ve “Problem Çözme” faktöründe 6 madde bulunmaktadır. Ölçeğin yapı geçerliliği için Doğrulayıcı Faktör Analizi yapılmıştır. Analiz sonucu uyum iyiliği değerleri χ^2 (d = 195, N = 241) = 448,11628, $p < .01$, CMIN/DF = 2,298, RMSEA = 0,074, S-RMR = 0,078, GFI = 0,89, AGFI = 0,84, CFI = 0,91, NNFI = 0,91, IFI = 0,90 şeklinde hesaplanmıştır. Ölçeğin güvenilirliği için yapılan çalışmalarda ise Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0,809 olarak belirlenmiştir. Bu ölçümler çerçevesinde ölçeğin faktörlerinin kabul edilebilir düzeyde uyum gösterdiği ve yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

Yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri

Baran Bulut, İpek ve Aygün (2018) tarafından Türkçeye uyarlanan “Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri” 5’li likert tipinde hazırlanmış olup 40 maddeden ve 5 faktörden oluşmaktadır. İlk faktör olan “Yakınsak Düşünme” 8 madde, “İraksak Düşünme” faktörü 10 madde, “Çevre Faktörü” 11 madde, “Motivasyon” faktörü 6 madde ve “Genel Bilgi Beceri” faktörü 5 maddeden oluşmaktadır. 40 maddelik modelin yapı geçerliliği için Doğrulayıcı Faktör Analizi yapılmıştır. Model ile verinin uyumunu gösteren iyilik değerleri $\chi^2 = 2028$ (sd=730), RMSEA = 0,046 [0,043;0,048], CFI = 0,929, TLI = 0,924 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin faktörleri için Cronbach Alfa güvenilirlik katsayıları 0,73 ile 0,88 aralığında değer almaktadır. Bu ölçümler doğrultusunda envanterin iç tutarlılık katsayılarının yeterli düzeyde olduğu ve oldukça yüksek güvenilirliğe sahip olduğu görülmektedir.

Araştırma sorgulamaya dönük tutum ölçeği

Matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin araştırma sorgulamaya dönük tutumlarını ne ölçüde etkilediğini ölçmek amacıyla Ebrin Ozan, Korkmaz ve Karamustafaoğlu (2016) tarafından geliştirilmiş olan “Araştırma Sorgulamaya Dönük Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek 5’li likert tipinde olup, 3 faktör ve 13 maddeden oluşmaktadır. “Merak Duyma” faktörü 4 maddeden oluşmakta ve bu faktörün öz değeri 2,341 olup varyansın genele katkısı %18,011’dir. “Kaçınma” faktörü 5 maddeden oluşup öz değeri 2,299 ve varyansın genele katkısı %17,683’tür. “Değer Verme” faktörü 4 maddeden oluşmakta, öz değeri 1,654 ve varyansın genele katkısı %12,723’tür. Ölçeğin tekrar testi ile korelasyon katsayısı 0,82 olduğundan yüksek kararlılığa sahip olduğu söylenebilir. Cronbach Alfa değeri ise 0,756’dır. Bu ölçümler doğrultusunda ölçeğin yeterli düzeyde geçerli ve güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu

Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri, yaratıcı problem çözme özellikleri, araştırma sorgulamaya dönük tutumları ve matematiksel modelleme eğitimine yönelik görüşlerini detaylı bir şekilde belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme önceden belirlenmiş ciddi bir amaç için, bireylerin tutumları, duyguları, görüşleri vb. hakkında bilgi toplamının en etkili yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021: 119). Görüşme formu soruları öğrencilerin ön testlere verdiği yanıtlardan hareketle hazırlanmıştır. Öğrencilerin cinsiyet, sınıf seviyesi, bilsem yetenek alanı vb. demografik özellikleri ve alt araştırma soruları deneysel uygulamaya katılan öğrencilere sorulmuştur. Görüşme araştırmacı tarafından kaydedilmiş ve her görüşme ortalama olarak 7-10 dakika arasında sürmüştür.

Deneyel Süreç

Deneyel süreç Amasya merkezde bulunan bir devlet okulunun 6 ve 7. sınıf düzeyindeki özel yetenekli öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Genel yetenek, görsel sanatlar ve müzik alanlarında yetenekli öğrencilerle karma gruplar oluşturulmuş ve tüm öğrenciler deney grubunu oluşturmuştur. Öğrenciler 4-5 kişilik gruplara ayrılmış ve grupların oluşturulmasında sınıf seviyeleri ve yetenek alanlarına göre dengeli bir dağılım yapılması esas alınmıştır. Deneyel süreç 8 hafta olarak planlanmıştır. İlk hafta literatürden konunun uzmanları tarafından hazırlanmış ve uygulanmış olan bir problem kullanılmıştır. İkinci ve üçüncü hafta öncelikle matematiksel modelleme kavramıyla ilgili teknik bilgilendirme yapılmış ve yine literatürden uzmanlar tarafından hazırlanmış ve uygulanmış olan bir problem kullanılmıştır. Sonraki üç hafta araştırmacı tarafından hazırlanmış olan iki problem kullanılmıştır. Yedinci ve sekizinci haftalarda ise öğrencilerin grup olarak bir gerçek hayat problemini belirlemesi, problem durumunu yazması ve çözüm için çalışma basamaklarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Uygulama sürecinde “Geometrik Kavramlar”,

“Finans Yönetimi”, “Enerji Dönüşümleri”, “Tarım Türleri”, “Zaman Yönetimi” gibi konuları içeren matematiksel modelleme problemleri kullanılmıştır. Matematiksel modelleme gerçek yaşam problemlerinin ele alınmasıyla başlayan bir süreçtir. Çözüm için gerçeğe dayalı bir model oluşturulur, gerçeklikten matematiksel forma geçiş yapılır, oluşturulan matematiksel model ile işlemler yapılarak çözüme ulaşırlar. Akabinde ulaşılan çözüm yorumlanır ve doğruluğu test edilir (Maaß, 2006). Uygulama sürecinde her hafta belirtilen matematiksel modelleme yetkinlikleri ölçülmüştür. Birinci hafta etkinliği örnek olarak sunulmuştur:

Etkinliğin adı: ADIM PROBLEMİ

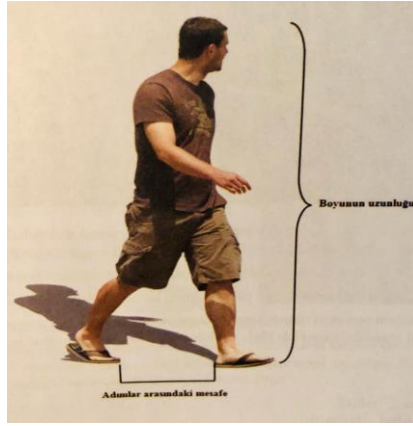
Etkinlik süresi: 2 ders saati

Malzemeler: Cetvel, kâğıt, kalem, bilgisayar, GeoGebra dinamik geometri uygulaması

Kazanımlar (MEB, 2020):

1. Problemi anlama aşaması ile ilgili alıştırmayı yapmak amacıyla bu problem durumunun uygulanması.
2. Problemin tekrar ifade edilmesi, verilenleri ve istenilenleri belirleme ve bunların aralarında ilişki kurma ile ilgili uygulamalarının yapılması.
3. Oluşturulan matematiksel modeli kullanarak matematiksel çözüme ulaşma ile ilgili alıştırmaların, örnek problem durumu üzerinden yapılması.
4. Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama ile ilgili alıştırmaların bu problem durumu üzerinden yapılması.
5. Belirlenen hataları düzeltme ile ilgili alıştırmaların örnek problem durumu üzerinden yapılması.

Problem: “Bir insanın yürürken adım uzunluğu ile bu insanın boyunun uzunluğu arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade ediniz (Bukova Güzel, 2019: 105).”



Şekil 0. Adım problemindeki kavramların görsel ifadesi

Uygulama planı: Gruplara ayrılmış olan öğrencilere problem verilerek, okuma ve anlama basamakları gözlemlenmiştir. Gerekirse kendi grupları içinde her bir grup üyesinin boylarının ve adım uzunluklarının ölçülmesi ve elde edilen tüm verilerin tablo halinde düzenlenmesi için gerekli rehberlik yapılmıştır. Tablo halinde düzenlenen veriler GeoGebra programı kullanılarak koordinat düzlemine yerleştirilmiş ve oluşan matematiksel ilişki incelenmiştir. Program yardımıyla oluşturulan matematiksel modeller yorumlanmış ve diğer grupların verileri ile doğruluğu test edilmiştir.

1. Arkadaşlarımızın boy uzunluğunu ve adım boyunu nasıl belirlersiniz?
2. Adım boyunun değişkenliğini nasıl kontrol altına alırsınız? Açıklayınız.
3. İkinci soruya verdiğiniz yanıtın doğru olduğundan nasıl emin olabilirsiniz?
4. Boy uzunluğu ile adım boyu arasında matematiksel bir ilişki kurunuz.
5. Diğer grupların çözümlerini değerlendiriniz. Sizce hangi grubun çözümü en uygun çözümdür? Nedenini açıklayınız
6. Gerekli durumlarda tablo oluşturma ve GeoGebra Programı yardımıyla doğrusal ilişki oluşturma bilgilendirmesi yapılmıştır.

Tablo 1.

Örnek Tablo Düzeni

Kişi	Cinsiyet	Boy Uzunluğu	1. Adım Uzunluğu	2. Adım Uzunluğu	3. Adım Uzunluğu	4. Adım Uzunluğu	5. Adım Uzunluğu	Ortalama Adım Uz.
1								
2								

Cinsiyetlere göre ayrılan verilerle boy ve adım uzunlukları noktalar halinde gösterilerek, en iyi uyum doğrusu oluşturulur.



Şekil 2. Örnek adım-boy modeli gösterimi

Verilerin Analizi

Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri, yaratıcı problem çözme özellikleri ve araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla uygulanan deneysel süreç öncesi ve sonrasında alınan ölçümlerin analizi için öncelikle normallik testi yapılmıştır. Normallik testi için örneklem büyüklüğü 50'den küçük ise Shapiro-Wilk testi; örneklem büyüklüğü 50'den büyükse Kolmogorov-Smirnov testi uygulanır (Büyüköztürk, 2023: 40; Taşpınar, 2017: 31). Bu çalışmada örneklem büyüklüğü 31 olduğundan Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır.

Tablo 2.

Normallik Testi Analiz Sonuçlarına Ait Betimleyici İstatistikler

Ölçek	N	P	Shapiro-Wilk			
			Çarpıklık	Çarpıklık Std. Hata	Basıklık	Basıklık Std. Hata
BDBD_ön_toplam	31	,186	-,283	,421	-1,015	,821
YPCÖE_ön_toplam	31	,757	-,299	,421	-,483	,821
ASDT_ön_toplam	31	,919	,025	,421	-,436	,821
BDBD_son_toplam	31	,273	-,396	,421	-,625	,821
YPCÖE_son_toplam	31	,373	-,606	,421	,227	,821
ASDT_son_toplam	31	,100	-,739	,421	,213	,821

Tablo 2'de görüldüğü gibi Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre elde edilen anlamlılık düzeyi sonuçları $p=0,05$ güven düzeyine göre yüksektir ($p > 0,05$). Ayrıca tanımlayıcı istatistikler bölümündeki basıklık-çarpıklık değerlerinin $\pm 1,5$ aralığında olduğu görülmektedir. Basıklık ve çarpıklık katsayısı $\pm 1,5$ aralığında kalıyorsa verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılır (Tabachnick & Fidell, 2013: 497-516). Bu durumda ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri, yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri ve araştırma sorgulamaya dönük tutumları toplam puanlarının basıklık-çarpıklık değerleri ve örneklem büyüklükleri dikkate alındığında parametrik testlerin uygulanmasına karar verilmiştir. Özel yetenekli

ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri, yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri ve araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına ilişkin ön test- son test puanları farkının anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Bağımlı Örneklem T-Testi analizi yapılmıştır.

Nitel verilerin analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi, benzeyen verilerin kodlanması ve belirlenen temaların düzenlenmesi şeklinde uygulanır. Görüşme yapılan öğrencilere Ö1, Ö2, Ö3, ..., Ö20 şeklinde etiketler tanımlanmıştır. Yapılan görüşme kayıtları elektronik ortama aktarılmış ve Nvivo 10 programına yüklenerek kodlamalar yapılmış ve kodların frekans değerleri hesaplanmıştır. Benzerlik gösteren kodlar için temalar belirlenmiş ve Nvivo programı ile hiyerarşi şemaları oluşturulmuştur. Şemalar, tablolar ve birebir alıntılar bulgularda yer almaktadır.

Bulgular ve Yorum

Matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeylerine (BDBD) katkısı olup olmadığına dair Bağımlı Örneklem T-Testi sonuçları Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3.

Deneyisel Uygulamanın Öğrencilerinin Bilgisayarca Düşünme Beceri Algı Düzeylerine Etkisi

		N	X	SS	Sd	t	p
BDBD	Ön test	31	84,48	11,387	30	-	,000
	Son test		92,26	9,661		4,020	
F1: Yaratıcılık	Ön test	31	15,61	2,23125	30	-	,000
	Son test		17,23	1,70704		4,465	
F2: Algoritmik Düşünme	Ön test	31	14,94	2,33717	30	-	,005
	Son test		16,32	2,49516		2,996	
F3: İşbirliklilik	Ön test	31	15,97	3,06033	30	-	,002
	Son test		17,90	2,37142		3,409	
F4: Eleştirel Düşünme	Ön test	31	13,87	2,92964	30	-	,001
	Son test		15,84	2,58324		3,898	
F5: Problem Çözme	Ön test	31	24,10	3,78906	30	-	,347
	Son test		24,97	4,67250		-,955	

Tablo 3 incelendiğinde özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeyleri toplam puanlarının uygulama öncesinde $X= 84,48$ ve uygulama sonrasında $X= 92,26$ olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla matematiksel modelleme eğitiminin öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeyleri toplam puanlarında artışa neden olduğu söylenebilir. BDBD ölçeğinin faktörlerinden yaratıcılık için toplam puanlar, uygulama öncesinde $X= 15,61$ ve sonrasında $X= 17,23$; algoritmik düşünme için toplam puanlar, uygulama öncesinde $X= 14,94$ ve sonrasında $X= 16,32$; işbirliklilik için ön test puanı $X= 15,97$ ve son test puanı $X= 17,90$; eleştirel düşünme için ön test puanı $X= 13,87$ ve son test puanı $X= 15,84$ ve problem çözme için ön test puanı $X= 24,10$ ve son test puanı $X= 24,97$ olarak

belirlenmiştir. BDBD ölçeğinin tüm faktörlerinden alınan son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda matematiksel modelleme eğitiminin faktörleri bazında da bilgisayarca düşünme beceri algı düzeylerine pozitif etki ettiği belirlenmiştir.

Özel yetenekli ortaokul öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeyleri ön test- son test toplam puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek için bağımlı örneklem t-testi analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre bilgisayarca düşünme beceri algı düzeyleri ön test- son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ($t_{(30)} = -4,020$, $p < .01$). Yine BDBD ölçeğinin faktörlerinin ön test- son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek için bağımlı örneklem t-testi analizleri yapılmıştır. Faktörlerden yaratıcılık ($t_{(30)} = -4,465$, $p < .01$), algoritmik düşünme ($t_{(30)} = -2,996$, $p < .01$), işbirliklilik ($t_{(30)} = -3,409$, $p < .01$) ve eleştirel düşünme ($t_{(30)} = -3,898$, $p < .01$) puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ancak problem çözme faktörünün ön test- son test puanlarında ise anlamlı bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($t_{(30)} = -0,955$, $p > .05$). Sonuç olarak matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeylerine hem toplam puan açısından hem de yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirliklilik ve eleştirel düşünme faktörleri açısından anlamlı düzeyde katkı sağladığı söylenebilir.

Matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin yaratıcı problem çözme özellikleri envanterine (YPÇÖE) katkısı olup olmadığına ilişkin Bağımlı Örneklem T-Testi sonuçları Tablo 4’de özetlenmiştir.

Tablo 4.
Deneysel Uygulamanın Öğrencilerinin Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanterine Etkisi

		N	X	SS	Sd	t	p
YPÇÖE	Ön test	31	146,65	19,685	30	-4,192	,000
	Son test		163,61	19,001			
F1: İraksak Düşünme	Ön test	31	34,74	5,70361	30	-3,914	,000
	Son test		39,45	5,64410			
F2: Yakınsak Düşünme	Ön test	31	29,84	4,00913	30	-4,481	,000
	Son test		33,29	3,71657			
F3: Motivasyon	Ön test	31	21,10	4,84668	30	-3,524	,001
	Son test		24,32	3,96978			
F4: Çevre	Ön test	31	41,77	9,04327	30	-3,053	,005
	Son test		45,87	9,16785			
F5: Genel Bilgi ve Beceri	Ön test	31	19,19	3,32084	30	-2,547	,016
	Son test		20,68	3,03740			

Tablo 4 incelendiğinde özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin yaratıcı problem çözme özellikleri envanterinin toplam puanlarının uygulama öncesinde $X = 146,65$ ve uygulama sonrasında $X = 163,61$ olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla matematiksel modelleme eğitiminin öğrencilerin yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri toplam puanlarında artışa neden olduğu söylenebilir. YPÇÖE ölçeğinin faktörlerinden

ırsak düşünme için toplam puanlar, uygulama öncesinde $X= 34,74$ ve sonrasında $X= 39,45$; yakınsak düşünme için toplam puanlar, uygulama öncesinde $X= 29,84$ ve sonrasında $X= 33,29$; motivasyon için ön test puanı $X= 21,10$ ve son test puanı $X= 24,32$; çevre için ön test puanı $X= 41,77$ ve son test puanı $X= 45,87$ ve genel bilgi ve beceri için ön test puanı $X= 19,19$ ve son test puanı $X= 20,68$ olarak belirlenmiştir. YPÇÖE ölçeğinin tüm faktörlerinden alınan son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda matematiksel modelleme eğitiminin faktörleri bazında da yaratıcı problem çözme özellikleri envanterine pozitif etki ettiği belirlenmiştir.

Özel yetenekli ortaokul öğrencilerin yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri ön test- son test toplam puanları ve YPÇÖE ölçeğinin faktörlerinin ön test- son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek için bağımlı örneklem t-testi analizleri yapılmıştır. Analiz sonucuna göre yaratıcı problem çözme özellikleri envanteri ön test- son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ($t_{(30)}= -4,192$, $p < .01$). Faktörlerden ırsak düşünme ($t_{(30)}= -3,914$, $p < .01$), yakınsak düşünme ($t_{(30)}= -4,481$, $p < .01$), motivasyon ($t_{(30)}= -3,524$, $p < .01$), çevre ($t_{(30)}= -3,053$, $p < .01$) ve genel bilgi ve beceri ($t_{(30)}= -0,955$, $p < .05$) faktörlerinin ön test- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin yaratıcı problem çözme özellikleri envanterine hem toplam puan açısından hem de tüm faktörler açısından anlamlı düzeyde katkı sağladığı belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına (ASDT) katkısı olup olmadığına ilişkin Bağımlı Örneklem T-Testi sonuçları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5.

Deneysel Uygulamanın Öğrencilerinin Araştırma Sorgulamaya Dönük Tutumlarına Etkisi

		N	X	SS	Sd	t	p
ASDT	Ön test	31	52,35	5,719	30	-1,822	,078
	Son test		54,48	7,183			
F1: Merak Duyma	Ön test	31	15,90	2,19628	30	-2,624	,014
	Son test		17,06	1,86074			
F2: Kaçınma	Ön test	31	20,42	2,87256	30	-,098	,922
	Son test		20,48	3,91468			
F3: Değer	Ön test	31	16,03	2,56234	30	-1,813	,080
	Son test		16,94	2,73173			

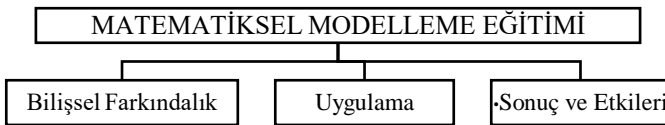
Tablo 5 incelendiğinde özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına ilişkin toplam puanlarının uygulama öncesinde $X= 52,35$ ve uygulama sonrasında $X= 54,48$ olduğu belirlenmiştir. Öyleyse matematiksel modelleme eğitiminin öğrencilerin araştırma sorgulamaya dönük tutumları toplam puanlarında artışa neden olduğu söylenebilir. ASDT ölçeğinin faktörlerinden merak

duyma için toplam puanlar, uygulama öncesinde $X= 15,90$ ve sonrasında $X= 17,06$; kaçınma için toplam puanlar, uygulama öncesinde $X= 20,42$ ve sonrasında $X= 20,48$ ve değer için ön test puanı $X= 16,03$ ve son test puanı $X= 16,94$ olarak belirlenmiştir. ASDT ölçeğinin tüm faktörlerinden alınan son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda matematiksel modelleme eğitiminin faktörleri bazında da öğrencilerin araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına pozitif etki ettiği belirlenmiştir.

Özel yetenekli ortaokul öğrencilerin araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına ilişkin ön test- son test toplam puanları ve ASDT ölçeğinin faktörlerinin ön test- son test puanları arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımlı örneklem t-testi analizleri yapılmıştır. Analiz sonucuna göre araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına ilişkin ön test- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($t_{(30)}= -1,822, p >.05$). Faktörlerden merak duyma ($t_{(30)}= -2,624, p <.05$) için ön test- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenirken; kaçınma ($t_{(30)}= -0,098, p >.05$) ve değer ($t_{(30)}= -1,813, p >.05$) faktörlerinin ön test- son test puanları arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin araştırma sorgulamaya dönük tutumlarına merak duyma faktörü açısından anlamlı düzeyde katkı sağladığı söylenebilir.

Matematiksel Modelleme Eğitimine Yönelik Nitel Bulgular

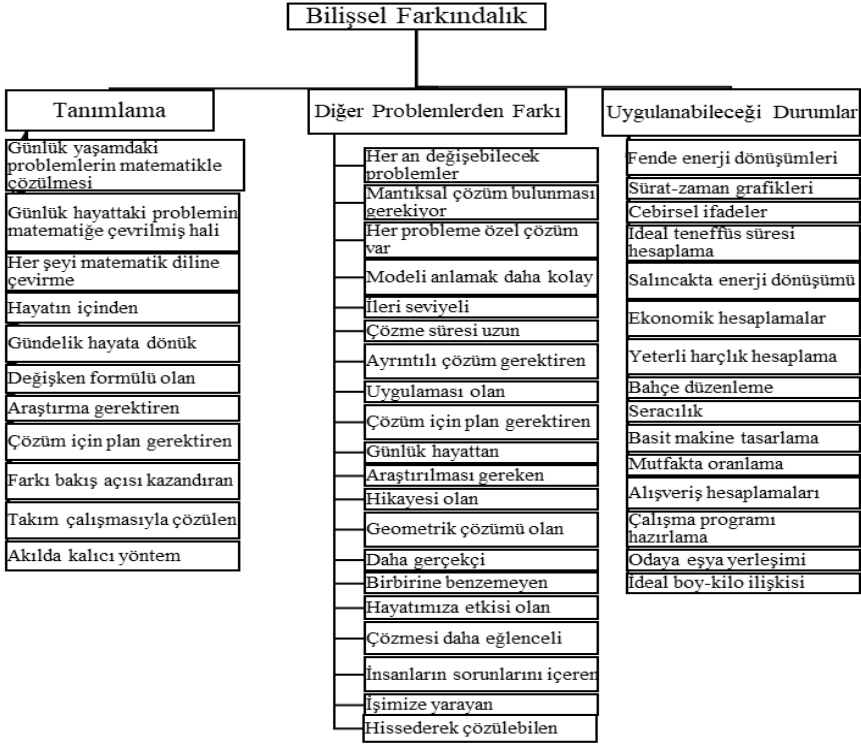
Bu bölümde ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular verilmiştir. Görüşme sonuçlarından yola çıkılarak, öğrencilerin matematiksel modelleme eğitimine yönelik görüşlerinden 3 tema belirlenmiştir (Şekil 3). Temalara ait kodlar ayrı ayrı hiyerarşi şemaları şeklinde gösterilmiştir (Şekil 5-7).



Şekil 3. Matematiksel modelleme eğitimi temaları

Analiz sonuçlarına göre ortaya çıkan ilk tema 'Bilişsel Farkındalık' temasıdır.

Şekil 4'de öğrencilerin matematiksel modelleme bilişsel farkındalıklarına yönelik tema diyagramı sunulmuştur.



Şekil 4. Öğrencilerin bilişsel farkındalıklarına ilişkin görüşleri

Öğrencilere ‘Matematiksel modelleme’ ifadesinden ne anladıkları sorulduğunda alınan yanıtlara göre ‘bilişsel farkındalık’ teması oluşturulmuştur. Matematiksel modellemeyi tanımlama konusunda genellikle: günlük hayattan bir problemi matematiksel yöntemlerle çözmek veya görselleştirmek ifadeleri kullanılmıştır. Bu tanımları Ö20: “Matematiksel işlemleri, günlük hayatla ilişkilendirerek yapma diyeyim ya da matematiksel olarak günlük hayattaki problemleri çözmeye” kelimeleriyle ifade etmiştir. Daha farklı açıdan yaklaşan Ö5: “Cebirsel ifadelerle bir problemin sonuca bağlanması” kelimeleriyle ifade ederken Ö6 ise: “Bir problemi kâğıt üzerinde gerçek hayattan bir şeyler kullanarak canlandırma, simülasyon gibi” ifadelerini kullanmıştır. Öğrencilerin matematiksel modellemeyi: günlük hayatın içindeki problemleri algılayarak uygun çözüm yöntemine karar vermek, çözüm için araştırma yapmak ve planlama yaparak problemi çözüme ulaştırmak olarak tanımadıkları söylenebilir.

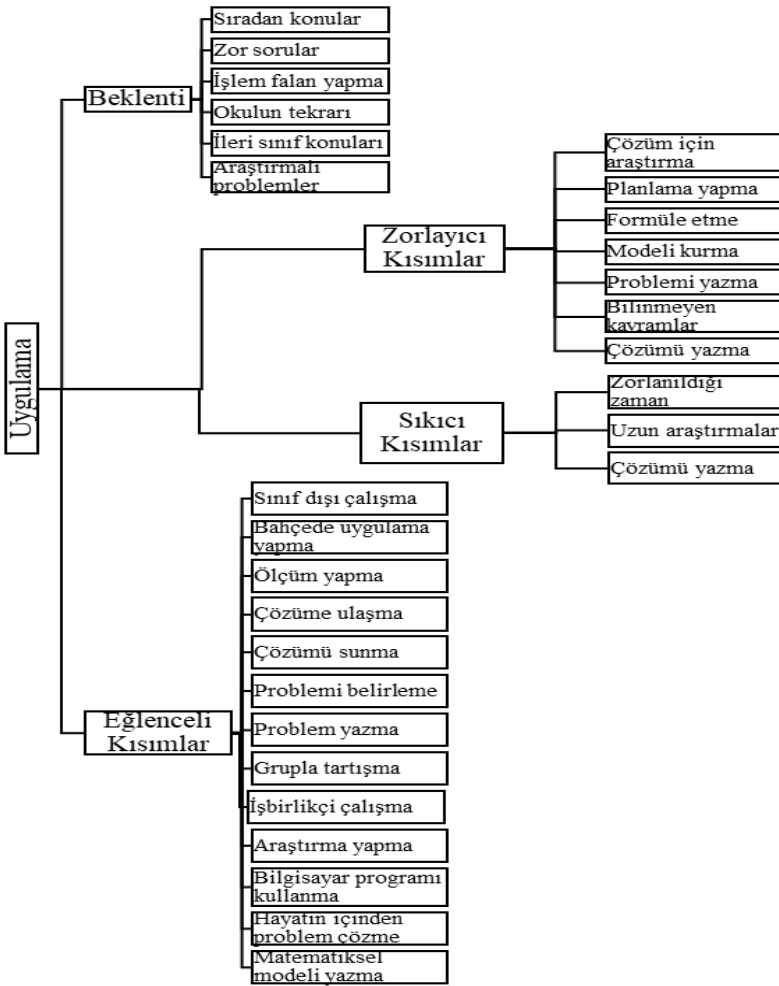
Öğrencilere günlük hayatlarında karşılaştıkları herhangi bir durumun çözümü için matematiği kullanıp kullanmadıkları sorularak hayatın içindeki matematik farkındalıkları sorgulanmıştır. Elde edilen bulgulardan ‘uygulanabileceği durumlar’

kodları oluşturulmuştur. Öğrencilerin en fazla alışverişte matematikten yararlandıklarını düşündükleri fark edilmiştir. Bu duruma örnek olarak Ö11: “Bir TÜBİTAK projesi için etkinlik yapacaktık. Etkinlik için birkaç tane malzeme almamız gerekiyordu marketten, arkadaşlarımızla onu bölüştük. Normalde beş kişiydik altıncı kişi de gelince ona göre bölüştürmemiz gerekti onu için kullandım” diye anlatmıştır. Daha farklı örneklerden Ö1: “Bir ağırlığı kaldırmam gerekmişti, kütlesini normal olarak biliyordum. Bunun için bir makara hazırlamayı düşündüm. Makaranın nasıl bir makara olması gerektiği için kütlesiyle ilgili bazı hesaplamalar yapmam gerekti.” şeklinde fiziksel bir durum için kullandığını Ö15 ise: “Oran kullanılıyor örneğin bir kek yaparken işte şuna şu oranında yapılıyor” şeklinde günlük hayatın içinden bir durumu ifade etmiştir. Ö8: “Ben şeyi merak etmişim. Kilo sağlıklı mı diye bir tane yöntem vardı. Boyla kilo ilişkisi ölçen, onu kullanmışım.” ifadeleriyle sağlık kontrolü için boy-kilo indeksini kullandığını ifade etmiştir. Hayatın içindeki matematiği özellikle alış-veriş üzerinden örneklerdirken, bir fizik konusuyla harmanlayarak uygulayabildikleri, mutfakta, sağlık kontrolünde veya ev tasarımında kullandıklarını fark edebildikleri görülmektedir.

Öğrencilere okulda öğrendikleri konulardan hangilerinde matematiksel modelmeden yararlanabilecekleri sorulduğunda elde edilen bulgular yine “uygulanabileceği durumlar” kodlarına eklenmiştir. Etkinliklerde uygulamasını yaptığımız salıncak, harçlık ve teneffüs etkinliklerini uyguladıkları gibi çok farklı bakış açılarıyla da yaklaştıkları görülmektedir. Örneğin Ö3: “Harçlıkla ilgili olan şeyi ben kendim hesaplayıp annemle babama söylemişim. Tam kaç TL istediğimi hatırlamıyorum ama harçlığımın biraz daha artırılmasını istemişim. Onlar da olmaz dediler, maaşlarındaki artışına göre arttırıyorlar harçlığımı” şeklinde öğrendiği yöntemi kendi yaşamına uygulama isteğini dile getirmiştir. Genel bir yaklaşımla Ö12: “Bu tip etkinliklerde mantığımızı, becerilerimizi ve yaratıcılığımızı kullanmamız gerekiyor. Bu tip şeylerde, aynı zamanda öğrendiğimiz bazı bilgileri de içine katarak. Zorlayıcı bir etkinlik oluyor, daha çok projelerde falan yararlanabileceğimi düşünüyorum” ifadelerini kullanmıştır. Finansal olarak kullanabileceğini düşünen Ö20: “Döviz kuru, para, ekonomi ile ilgili konularda matematiksel modellerinden uygulanabilir diye düşünüyorum.” şeklinde ifade etmiştir. Yine Ö1 genel olarak: “Çoğu derste veya çoğu konuda gerçek hayattı ele alıyoruz. Gerçek hayattaki problemlerle yapıyoruz. İlk soruda matematiksel modellemenin hayattaki rastgele bir şeyi matematikselliğe çevirdiğini söylemişim. Aynen bunun gibi problemler de gerçek hayattan geldiği için gerçek hayattan matematiksel modelleştirme yapınca aynısını problemlere de uygulandığı zaman bir zorluğu kalmıyor.” İfadeleriyle düşüncelerini belirtmiştir. Matematiksel modelleme ile dersleri arasında ilişki kurabilen öğrencilerin, özellikle fen ve sosyal dersleriyle disiplinler arası bağlantı kurabildikleri görülmektedir. Bunun yanında matematiksel modelleme eğitimi kapsamında uygulanan etkinliklerden salıncak, harçlık ve teneffüs etkinliklerini de hayatlarına entegre etme gayreti içinde oldukları söylenebilir.

Öğrencilere günlük hayat problemleri ile karşılaştıkları diğer problemlerin farkı sorularak “diğer problemlerden farkı” kodları oluşmuştur. Hayatın içinden problemlere dikkat çeken Ö3: “Daha gerçekçi olması. Matematik derslerindeki sorular genelde aynı oluyor ama gerçek hayatta sürekli farklı farklı birbirine benzemeyen sorunlarla karşılaşılabiliyoruz.” İfadeleriyle hayatlarında kullanabilecekleri durumları dile getirmiştir. Problemlerin değişkenliğinden bahseden Ö1: “Gerçek hayattaki problemler her an değişebilecek problemlerdir. A problemi bir anda b problemine dönüşebilir ama derslerde gördüğümüz problemler hemen değişmez.” şeklinde konuşmuştur. Probleme özel çözüm üretmesi gerektiğinden bahseden Ö12: “Okulda çözdüğüm matematik problemlerinde sıradan bir kural vardır, o kuraldan gideriz, cevabını buluruz ama burada mantıksal bir şekilde şey yapmam gerekiyor. Günlük hayatımda hepsinin belli bir kural yok, farklı şeyler olabiliyor.” derken planlama yapıldığına dikkat çeken Ö18: “Normal matematik problemlerinde matematiksel modellemeden farklı olarak uygulama olmuyor ama matematiksel modellemede bir uygulama oluyor, plan oluyor ama matematik probleminin öyle olmuyor, direkt sonucu buluyoruz” demiştir. Çözüm için araştırma gerektirdiğini ifade eden Ö19: “Derslerde düz soru olarak geliyordu fakat matematiksel modellemede günlük hayattan bir soru geliyor. Mesela salıncağın sallanma açısını bulmuştuk fakat matematik derslerinde mesela çarpmayı bölmeyi düz soruyor, aç bulmayı falan ama hiç hikayesi falan vermeden dümdüz. Matematik derslerinde gördüğümüz hikâye sorular kısa süren problemler yani geçici olan problemler fakat bu matematiksel modellemede olan problemler ise araştırılması gereken problemler.” şeklinde düşüncelerini açıklamıştır. Öğrencilerin matematik dersinde karşılaştıkları problemleri, öğrenilen bilginin uygulanması şeklinde sıradan problemler olarak tanımladığı görülmektedir. Matematiksel modelleme problemlerinin ise gerçek hayatın içinden olması, verilerin araştırılarak çözüm için plan yapılması ve hayatlarına uygulayabilecek olmaları nedeniyle ayrıca ilgilerini çekmiştir.

Belirlenen ikinci tema “uygulama” temasıdır. Şekil 5’da öğrencilerin matematiksel modelleme uygulamalarına yönelik tema diyagramı sunulmuştur.



Şekil 5. Öğrencilerin uygulamaya dönük görüşleri

Öğrencilere günlük hayatında karşılaştığı herhangi bir durumun çözümü için matematiği kullanıp-kullanmadığı, matematik derslerinde karşılaştığı problemlerden farkı ve aldığı matematiksel modelleme eğitiminin beklentisini karşılayıp-karşılamadığı sorularak kategoriler oluşturulmuştur. Uygulama temasının: beklenti, zorlayıcılık, sıkıcılık ve eğlenceli kısımlar şeklinde dört kategoride kodları belirlenmiştir.

Yapılan uygulamanın değerlendirilmesi için öğrencilerin eğitime gelmeden önceki beklentileri sorgulandığında büyük bir çoğunluğun beklentilerinin üzerinde farklı bakış açıları kazandıkları belirlenmiştir ve 'beklenti' kodları oluşturulmuştur. Bu

durumu Ö1: “Beklentilerimin dışına çıktığını düşünüyorum çünkü benim beklentilerim, örneğin bir yol olarak düşünürsek benim beklentim a yolu idi bu biraz daha b yolundan gitti. Beklemediğim bir şeylerle karşılaştım.” diyerek, hiç tahmin etmediği yöntemlerle karşılaştığını ifade etmiştir. Yine klasik matematiksel işlemlerle karşılaşacağını düşünen Ö13: “Pek bir değişim olacağını düşünmüyordum, yani modelleme pek bir şey olmaz işlem falan yaparız sandım ama daha iyi etkinlikler yaptık. Yani matematiği öğrendik diye düşünüyorum.” demiştir, yine Ö4: “Derlerde çok fazla konular işlenecek, normal işlemler falan verilecek, sonra matematiksel modelleme bu tür şeyler düşünmüyordum. Buraya geldiğimde beklentilerimin üstünde olduğunu fark ettim.” şeklinde matematiksel modellemenin farkını ifade etmişlerdir. Günlük hayat problemlerinin çözülmesinde farklı araçlar kullanılmasını Ö16: “Tabi farklı olur diye düşünmüştüm mesela ama bu kadar farklı, fazla şey yapacağımızı düşünmemiştim, programları kullanırken falan.” ifadeleriyle ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin alacakları eğitimi biraz daha seviyesi yüksek, zor problemler şeklinde bekledikleri ancak gerçek hayatın içinden belirlenen problemlere dinamik yazılım kullanarak veya araştırma yaparak çözüm buldukları için bu yöntemi faydalı buldukları söylenebilir.

Öğrencilere etkinlikleri çözerken ne gibi zorluklarla karşılaştığı sorularak ‘zorlayıcı kısımlar’ kodları belirlenmiştir. Öğrencilerin en fazla çözüm için araştırma aşamasında ve günlük hayat problemi yazma konusunda zorlandıkları fark edilmiştir. Bu durumu Ö8: “Araştırma filan vardı o uzun sürüyordu, onun dışında çok bir zorlukla karşılaşmadım.” diye ifade ederken, Ö14: “Bazı şeyler zor geldi, böyle sayılar kesin olarak verilmemiş ya onlarda sorun yaşadım.” ifadeleriyle çözüm için araştırma yapma aşamasında yaşadıkları zorlukları dile getirmişlerdir. Cebirsel ifadeler kullanarak uygun matematiksel modeli yazma konusunda ise Ö5: “Birazcık matematiksel modellemeyi bulmakta zorlandım, araştırma kısmı o kadar değil de.” ifadeleriyle yazmakta zorlandığını belirtmiştir. Ö7 de: “Matematiksel modellemesini kurmakta zorlandım, bazen de internette araştırdığımda istediğim şeyi bulamadım.” şeklinde hem araştırma hem de model yazma konusunda zorlandığını ifade etmiştir. Bunların yanında Ö10: “Problemi bulmakta biraz zorlandım, onun dışında sorun yoktu.” şeklinde günlük hayatın içindeki problemi görmekte zorlandığını dile getirmiştir. Şimdiye kadar çözdüğü problemlerde kullanacağı tüm verilerin verilmiş olmasına alışan öğrencilerin en fazla çözüm için gerekli verileri araştırma aşamasında zorlandıkları görülmüştür. Akabinde çözümün genellenmesi ile matematiksel modeli yazma ve gerçek hayatın içindeki problemi belirleyip yazmanın da zorlanılan durumlardan olduğu söylenebilir.

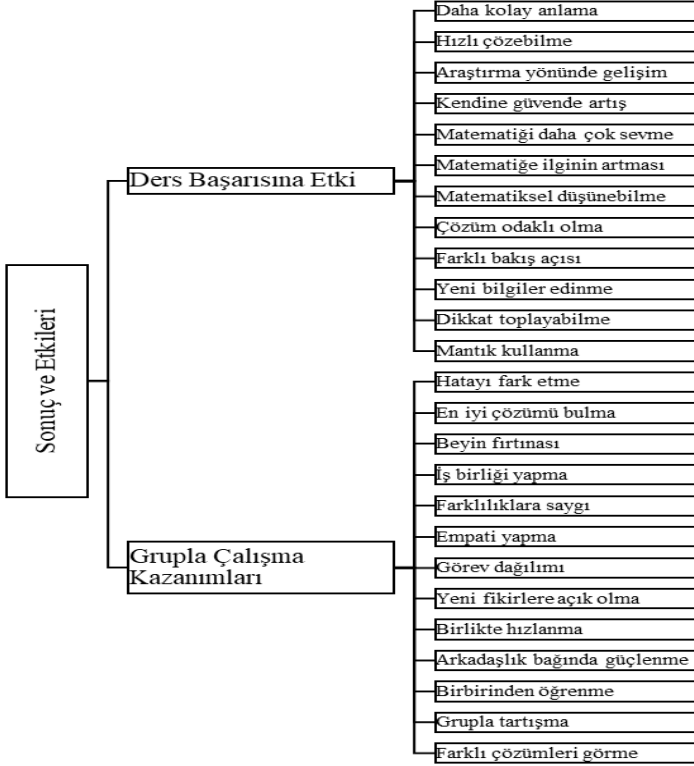
Öğrencilere etkinlikler boyunca sıkıcı bulunduğu kısımlar sorulduğunda en fazla zorlandıkları durumlarda sıkıldıklarını ifade etmişlerdir. Buradan elde edilen bulgular ile ‘sıkıcı kısımlar’ kodları elde edilmiştir. Ö13: “Sorulara cevap vermek zor olduğu için biraz onlar sıkıcı oldu” demiştir. Ö12 ise tam aksine: “İlk başlarda biraz sıkılıyordum sonra daha eğlenceli gelmeye başladı” diyerek daha zorlayıcı problemleri daha eğlenceli bulunduğunu belirtmiştir. Yazma konusunda sıkılan

öğrencilerimizden Ö18: “Bir araştırma yaptıktan sonra onu taslağa geçirme yani yazma o kısım biraz uzun sürüyor. O yüzden onu kâğıda dökmekte zorlandım.” şeklinde duygularını ifade etmiştir. Bunun yanında öğrencilerin büyük bir çoğunluğu ise etkinlerde sıkılmadığını dile getirmiştir. Bunu Ö7: “Yani sıkıcı değildi zaten grup çalışması olduğu için herkesin fikri alınıyor, orada konuşuluyor, sıkılmadık yani sera etkinliği de çok güzeldi. Aşağı indik bahçede ölçüm yaptık grup çalışması yine. Yani bence sıkıcı yanları yoktu.” şeklinde; Ö1 ise: “Sıkıcılık genelde insanın bir şeyi yaparken yavaşlamasından dolayı olur, yavaşladığında o aradaki boşlukta insan sıkılır ama biz hızlı hızlı ilerledik. Boş geçirdiğimiz vakit olmadı, gereksiz geçirdiğimiz vakit olmadı. Bu nedenlerle yani sıkıldığım olmadı” ifadeleriyle düşüncelerini ortaya koymuştur. Öğrencilerin en fazla zorlandıkları zaman sıkıldıkları söylenebilir, buna rağmen zorlayıcı bölümü tamamladıklarında daha çok zevk aldıkları da görülmektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğunun ise etkinliklerin grup çalışması şeklinde ve dolu dolu olması gerekçesiyle sıkılmadıkları söylenebilir.

Öğrencilere etkinlikler boyunca eğlendikleri kısımlar sorularak ‘eğlenceli kısımlar’ kodları oluşturulmuştur. Öğrencilerin en fazla grup çalışmalarında eğlendikleri fark edilmiştir. Bu durumu Ö11: “Dışarı çıkıp ölçtüğümüz o etkinlik çok güzeldi (Adım-boy etkinliği). Sera etkinliği güzeldi, sonra harçlık hesaplama ve teneffüs hesaplama güzeldi. Bir de arkadaşlarımızla tartıştığımız yerler bence daha iyiydi” ifadeleriyle duygularını anlatmıştır. Yeni arkadaşlar edindiğini ifade eden Ö7: “Yeni insanlar tanıdım, benden büyük ya da farklı yeteneklerden. Sonra ekip çalışması güzeldi. Sonra matematiğime katkısı olduğu için yine eğlendim. Günlük hayattaki şeyleri matematiğe dökebileceğimizi öğrendim” şeklinde konuşmuştur. En fazla zorlandığı etkinlik olan problem yazma etkinliği için Ö10: “Problem bulmaya çalışmak güzeldi.” ifadesini kullanmıştır. Cebirsel modeli yazmaktan hoşlanan Ö4: “Bilgileri kâğıda dökmek, bir de işlemleri hani denklemlerle yazma kısmını çok sevdim. O yüzden modelleme kısmından hoşlanıyorum” şeklinde konuşmuştur. Çalışmasını arkadaşlarıyla paylaşmaktan hoşlanan Ö13: “Anlatırken zaten eğleniyorum ve çözüme ulaşmak, o da beni çok eğlendiriyor. Hani bir şeyi bulmak zaten çok güzel” ifadelerini kullanmıştır. Program kullanmaktan hoşlanan Ö14: “İşbirlikçi, bilgisayardan falan yaptıklarımız eğlenceli, o program kullandıklarımız falan daha çok hoşuma gitti” şeklinde kendini ifade etmiştir. En sancılı kısım olan çözümü planlayıp hızlı bir şekilde çözmekten hoşlanan Ö3: “Çözüm bulduktan sonra, ne yapacağın belli olunca direk çözüyorsun ya o eğlenceli oluyor.” ifadelerini kullanmıştır. Etkinliklerin neredeyse tamamında eğlendiğini belirten Ö12: “Genelde her zaman eğlendim. Projeleri uygulamaya sokarken mesela ilk projede şey vardı adımlarımızı falan ölçüyorduk, ben bayağı eğlenmiştim. Bunlar benim genelde eğlenceli bulduğum kısımlardı, onun haricinde her şey eğlenceliydi” şeklinde ifade etmiş Ö5 ise: “Araştırma yapmayı ben zaten seviyorum. Problem çözmeyi de sevdiğim için zaten bana göre bu etkinliğin çoğu kısmı çok eğlenceli geldi.” ifadeleriyle tüm etkinlerde eğlendiklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin arkadaşlarıyla birlikte çalışmaktan, yazılım kullanarak çözüm bulmaktan ve araştırmalarını birbirlerine anlatarak savunmaktan zevk aldıkları söylenebilir. Ayrıca

gerçek hayata uygulayabilecekleri durumları fark etmiş olmaktan dolayı da etkinlikleri eğlenceli buldukları söylenebilir.

Son tema olarak da “sonuç ve etkileri” teması belirlenmiştir. Şekil 6’de öğrencilerin algılarında matematiksel modelleme eğitiminin oluşturduğu etki ve sonuçlara yönelik tema diyagramı sunulmuştur.



Şekil 6. Öğrencilerin sonuç ve etkilerine dönük görüşleri

Öğrencilere derslerin bu şekilde etkinliklerle işlenmesinin matematik başarılarında etkisi olup olmadığı sorulmuş ve ‘ders başarısına etki’ kodları oluşturulmuştur. Öğrencilerde çoğunlukla olumlu etki oluşturduğu belirlenmiştir. Bu durumu Ö15: “Burada öğrendiğim bilgiler okuldaki çözdüğümüz problemlerden farklı olduğu için daha fazla bilgiyi edinmemi sağladı. Araştırma yöntemü geliştirdi” şeklinde ifade ederken farklı bakış açısı kazanmanın başarısındaki etkisini Ö13: “Biraz fazla oldu, ilk buraya gelmeden önce yani nasıl diyeyim notlarım bile kötüydü sonra daha iyileşti. Matematiği sevmeye başladım deyim birazcık. Yani modellemeyi de az çok öğrendiğim için. Yani bir şeyler yaparken daha çok hoşuma gidiyordu.” olarak dile getirmiştir. Daha zor olarak tasvir ettiği soruları çözmeyi öğrendiği için

Ö12: “Soruları genelde yavaş ve hepsinin sağlamasını alarak çözüyordum ama bu sayede daha hızlı bir şekilde soruları çözebilmeye başladım bir de artık sorular yani daha doğrusu konular bana o kadar zor gelmiyor.” diyerek belirtmiştir. Soruyu algılamadaki değişikliği Ö18: “Artık bir soruyu iki farklı şekilde düşünebiliyorum, eskiden soruya direk sorunun cevabına odaklı bakıyordum ama bu sefer soruya nasıl bir çözüm bulunabilir? Şeklinde bakıyorum” şeklinde anlatmıştır. Öğrendiği yeni yöntemden kaynaklanan olumsuzluğu ise Ö1: “Matematiksel başarımda yükselme oldu ama şu var ki: bazı sorularda düşüş, bazı problemlerde yükselme oldu. Çünkü her problem matematiksel modellemeyi kullanabileceğimiz problem olmayabiliyor. Bu nedenle matematiksel modellemeye alışınca bazen matematiksel modellemenin olmadığı problemlerde zorlanabiliyorum.” şeklinde dile getirmiştir. Problemlere farklı bakış açıları kazandıkları ve aşamalı yöntemlerle çözüme ulaşabilen kapsamlı çözümler yapmalarının matematik dersi başarılarında olumlu etki oluşturduğu söylenebilir. Bu çözümleri yaparak kendilerine güven duygularının artmış olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilere matematiksel modelleme etkinliklerini grup çalışması şeklinde uygulamalarını faydalı bulup bulmadıkları sorulmuş ve ‘grupla çalışma kazanımları’ kodları oluşturulmuştur. Bu durumu Ö10: “Diğer arkadaşlarının da fikrini alabiliyorsun. Kendi başımıza düşünürsek yanlış olabilir. Diğer arkadaşlarımızla ortak bir şey yaparsak daha doğrusu bulabiliriz.” şeklinde dile getirmiştir. Aralarında tartıştıklarını ifade eden Ö12: “Herkes farklı, kendi düşüncesini ortaya koyduğu için farklı fikirler oluşuyor ve bunların üzerinden en doğrusunu bulmaya çalışıyoruz ki bu bize en doğru çözümü veriyor. Bu sayede sağlamasını da almış oluyoruz bir bakıma.” demiştir, yine Ö8: “Grupça herkesin fikrini değerlendiriyoruz ve en iyi sonuca ulaşıyoruz.” ifadeleriyle grupla çalışmayı desteklemiştir. Beyin fırtınasına dikkat çeken Ö19: “Birinin fikri önemli. Yani biri başka şekilde düşünebilir. Düşündüğü yanlış olabilir diyelim. Fikrini duyduğunda diğerinin fikri o kişiye daha olası gelebilir” şeklinde konuşurken; Ö5: “Bir sürü fikir ortaya çıkıyor, onları tartışıyoruz. Aralarından en doğru olanı seçiyoruz.” ifadesinde bulunmuştur. Ortak fikirde birleşmekten bahseden Ö20: “Farklı farklı fikirlerin bir araya gelmesi ve çoğulculuğun olması, oradan bir ortak sonuç çıkarabiliyoruz” demiştir. Görev dağılımına dikkat çeken Ö15: “Hem iş birliği oluyor hem empati hem de farklılıklara saygı gibi konuları geliştiriyor” şeklinde düşüncelerini ifade etmiştir. Odaklanarak araştırma yaptığı için grup dışında daha verimli olacağını düşünen Ö17: “Bazen tabii çok gerekli oluyor grup çalışması, özellikle zor konuları görüşmek için ama bazen tek yapmak daha faydalı oluyor. Çünkü grup çalışmasında hatalar olabilir ama tek yaptığında hata oranı araştırma yaparsan daha da düşüyor bence” demiş ve Ö3: “Uzun, farklı farklı bölümler gerektiren problemlerde grup olarak çalışılması daha iyi olabilir ama böyle tekli ne yapacağın belli olan çalışmalarda bireysel olmak daha iyi.” şeklinde bazen de bireysel çalışmanın daha verimli olacağına dikkat çekmiştir. Öğrencilerin grup çalışmasını başta beyin fırtınası olmak üzere, akran öğrenimi, iş birliği, farklılıklara saygı gibi değerleri ön plana çıkararak faydalı buldukları

belirlenmiştir. Bunun yanında bazen odaklanarak bireysel çalışmanın da faydalı olabileceğini düşünen öğrencilerin de mevcut olduğu görülmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, matematiksel modelleme eğitiminin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeyleri, yaratıcı problem çözme özellikleri ve araştırma-sorgulamaya dönük tutumları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, bu eğitimin öğrencilerin öğrenme süreçlerinde anlamlı ve olumlu değişiklikler sağladığını göstermiştir. Matematiksel modelleme eğitimi, öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirlikçilik ve eleştirel düşünme alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim sağlamıştır. Bu bulgu, öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri üzerinde çalışırken gerçek hayatla bağlantı kurmaları, dinamik yazılımlar kullanmaları ve grup çalışmaları gibi iş birliği süreçlerine dahil olmalarıyla ilişkilendirilmiştir. Özellikle, gerçek yaşamdan alınan problemlerle çalışmak, öğrencilerin hem öğrenme süreçlerine hem de özgüvenlerine olumlu katkılar sağlamıştır. Benzer şekilde alanyazında öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri algı düzeylerinde, aldıkları eğitimler sonucunda değişimler söz konusudur. Örneğin öğrencilere problem çözme becerilerinin gelişmesine yönelik etkinlikler uygulanınca bilgisayarca düşünme becerilerinde artış görülmüştür (Sung, 2017). Bilgisayarca düşünme ve yaratıcı problem çözme arasında orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki mevcuttur (Paf, 2019). Bilgisayarca düşünme becerilerinin matematik eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin matematik derslerine katılımını artırarak akademik performanslarını olumlu yönde etkilemiş, ancak bu etkinin doğrudan değil, dolaylı yollarla gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Looi vd., 2024). Ayrıca öğrencilerin akademik başarıları ile bilgisayarca düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri çift yönlü olarak birbirini yordamaktadır (Kaya, 2020; Kaya & Korkmaz, 2021). Üstün yetenekli öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri incelendiğinde, özellikle veri analizi ve örüntü tanıma arasında güçlü bir ilişki olduğu, bu öğrencilerin büyük görevleri daha küçük parçalara bölerek eşzamanlı işleme konusunda yetkin oldukları ve problem çözmeye yüksek düzeyde ilgi gösterdikleri görülmektedir (Choi vd., 2024). Benzer şekilde algoritmik düşünmeyi destekleyen proje tabanlı öğrenme eğitimi ile kodlama, blok tabanlı eğitim benzeri uygulamaların öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine pozitif katkı sağladığı belirlenmiştir (Karaahmetoğlu & Korkmaz, 2019; Adsay vd., 2020; Lapawi & Husnin, 2020). Matematiksel modelleme süreci, öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirerek soyutlama, ayrıştırma ve hata ayıklama gibi bilişsel yetkinlikleri etkin bir şekilde ortaya çıkarmalarını sağlamaktadır (Lehmann, 2024). Bununla birlikte, problem çözme alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmemiştir. Bu durum, özel yetenekli öğrencilerin bir kısmının gerçek yaşam problemleriyle karşılaştıklarında problem çözme algılarında zorlanma yaşayabileceklerini düşündüren değişimlerden kaynaklanıyor olabilir.

Yaratıcı problem çözme becerileri açısından da matematiksel modelleme eğitimi önemli sonuçlar doğurmuştur. Araştırma, öğrencilerin yaratıcı problem çözme yeteneklerinde belirgin bir artış olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin problem çözüm süreçlerine farklı perspektiflerle yaklaşmaları, aşamalı yöntemlerle kapsamlı çözümler üretmeleri ve bu süreçte kazandıkları başarıları akranlarıyla paylaşmaları, onların yaratıcılıklarını artırmıştır. Grup çalışması sırasında işbirliği, akran öğrenimi ve farklılıklara saygı gibi değerlerin ön plana çıkması, öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları problemleri çözme çabaları, bu yöntemlerin eğlenceli ve etkili bir öğrenme ortamı sunduğunu ortaya koymaktadır. Alanyazı incelendiğinde ulaşılan sonucu destekleyen çalışmaların var olduğu görülmektedir. Üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerileri, üstün yetenekli olmayan öğrencilere kıyasla daha yüksektir (Keleş, 2021). Yaratıcı problem çözme genel olarak öğrenciler için sorun olabilecek bir durum olsa da üstün yetenekli bir öğrenci için zorluk yaratmamaktadır (Mihaela Singer vd., 2016). Gerçek yaşam problemlerine transfer tekniği üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirir (Cramond vd., 1990). Tayvan'daki üstün yetenekli küçük çocuklara yönelik üç yıl boyunca uygulanan müfredat dışı bir program, üstün yetenekli okul öncesi çocukların yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirerek, onların bilimsel düşünme özellikleri sergilemelerine, farklı çözüm yaklaşımları keşfetmelerine ve problem çözme süreçlerinde hayal güçlerini etkin bir şekilde kullanmalarına olanak sağlamıştır (Kuo vd., 2010). Otantik öğrenme yaklaşımı etkinlikleri öğrencilerin akademik başarılarına ve yaratıcı problem çözme özelliklerini arttırmıştır (Nas, 2020). Harmanlanmış matematik ve fen eğitimleri üstün yetenekli ortaokul öğrencilerinin yaratıcı çözümler üretmelerine katkı sağlamaktadır (Kim, Roh & Cho, 2016). STEM uygulamaları üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerinde artış sağlamıştır (Kang & Nam, 2017). Öyleyse, üstün yetenekli öğrenciler sadece problem çözmeyip, gerçek yaşam problemlerini belirleyebilmeli ve çözüm için gayret göstermelidir (Mihaela Singer vd., 2016). Bununla birlikte öğretmen eğitimi sürecinde yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, öğretmenlerin daha karmaşık problemlere yönelme eğilimini artırarak öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerine katkıda bulunabilir.

Matematiksel modelleme eğitimi, öğrencilerin araştırma yapma ve sorgulayıcı bir yaklaşım geliştirme tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Araştırma ve sorgulamaya dönük tutumlar açısından, matematiksel modelleme eğitiminin en belirgin etkisi, "merak duyma" boyutunda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, diğer boyutlardaki sınırlı gelişimin, etkinlik içeriklerinin kaçınma ve değer boyutlarına yönelik yeterli kazanımları sunmamasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler, matematiksel modelleme sürecinde gerçek hayat matematiğini anlamış ve bu matematiği günlük yaşamlarına entegre etme çabası göstermiştir. Bu süreçte karşılaşılan zorluklara rağmen öğrenciler, gerekli verileri araştırma, model oluşturma ve çözüm geliştirme aşamalarında deneyim kazanmıştır. Literatürde öğrencilerin sorgulama becerilerinin düşük olduğuna dair bulgular dikkat çekmektedir. Coştu (2020) tarafından

gerçekleştirilen bir çalışmada, altıncı sınıf öğrencilerinin matematik derslerinde sorgulama becerilerinin eksik olduğu ve bu becerilerin geliştirilmesinde öğretmenlerin desteğinin yeterli olmadığı vurgulanmıştır. Benzer şekilde, Altuntaş ve Erişen (2021) tarafından yedinci sınıf öğrencileriyle yapılan bir çalışmada, öğrencilerin problem çözme sırasında genellikle yansıtıcı düşündükleri ancak sorgulama becerilerinin, nedenleme ve değerlendirme becerilerine kıyasla düşük olduğu tespit edilmiştir. Gökkurt Özdemir, Usta, Demir ve Minisker (2018) ise sekizinci sınıf öğrencilerinin problemlerle ilgili verileri sorgulamadıklarını ve eksik ya da fazla bilgileri tespit etmekte güçlük yaşadıklarını belirlemiştir. Öte yandan, sorgulama becerilerini geliştiren yöntemlerin etkili olduğu durumlar da literatürde sıkça belirtilmiştir. English (2006), modelleme problemlerinin öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirdiğini, çeşitli çözüm yolları ürettiklerini ve akranlarına yapıcı eleştiriler sunduklarını ifade etmiştir. Sorgulama Eğitimi öğrenme modelinin uygulanması, üstün yetenekli öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerini anlamlı şekilde geliştirerek başlangıç seviyelerinden mükemmel düzeye ulaşmalarını sağlamaktadır (Miftah vd., 2024). Keçeci (2014) ise araştırma-sorgulamaya dayalı etkinliklerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini vurgulamaktadır. Bilimsel sorgulama becerilerinin demografik faktörlerle ilişkili olduğu da tespit edilmiştir. Ekici (2017) tarafından 685 ortaokul öğrencisiyle yapılan bir çalışmada, bilimsel dergileri takip eden, bilgisayar kullanan ve bilim içerikli programlar izleyen öğrencilerin sorgulama becerilerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çoban ve Koyunkaya (2022), lise öğrencilerinin sorgulama süreçlerinde diyalog yoluyla matematik anlayışlarını geliştirdiklerini ve bilgilerini daha etkili bir şekilde yapılandırdıklarını belirtmiştir. Erbil, Yılmaz, Şentürk, Çevik ve Abdioğlu (2022) ise TÜBİTAK bilim kampının, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve bilimsel kavramlara yönelik algılarını olumlu yönde etkilediğini ve okullarda sorgulama temelli öğretim yöntemlerinin yaygınlaştırılması gerektiğini önermektedir. Son olarak, sorgulamaya dayalı yeni yöntemlerin ve uygulamalı eğitimlerin eğitsel etkinliklere katkısı vurgulanmıştır. Yine bir TÜBİTAK bilim kampı çalışmasında, öğretmenlerin sorgulama temelli öğretim süreçlerini daha iyi anladıkları ve bu yaklaşımı uygulayabilmek için gerekli fikirleri geliştirdikleri belirlenmiştir (Şensoy, Tungaç & İncebacak, 2024). Matematiksel problem çözme sürecinde sorgulayıcı bir yaklaşımın benimsenmesi, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlarken, farklı temsil, keşif ve akıl yürütme yöntemleri kullanarak yenilikçi çözümler üretmelerine olanak tanımaktadır (Santos-Trigo, 2024). Bu bulgular, sorgulama becerilerinin geliştirilmesinde hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin desteklenmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Özetle, matematiksel modelleme eğitiminin, özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri algılarını geliştirmede ve yaratıcı problem çözme yetilerini artırmada etkili bir yöntem olduğu anlaşılmaktadır. Bu eğitimin, öğrencilerin problem çözme süreçlerine daha anlamlı ve keyifli bir şekilde katılmalarını sağladığı, aynı zamanda gerçek hayatla ilişki kurabilmelerine ve grup

çalışması gibi iş birliği temelli etkinliklerden zevk almalarına olanak tanıdığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, öğrencilerin araştırma ve sorgulamaya yönelik tutumlarında, özellikle "merak duyma" alanında belirgin bir ilerleme kaydedilmiştir. Literatürde bu bulguları destekleyen çalışmaların varlığı, matematiksel modelleme eğitimlerinin eğitim süreçlerine yaptığı olumlu katkıyı açıkça ortaya koymaktadır. STEM ve otantik öğrenme yaklaşımlarının akademik başarıyı ve sorgulama becerilerini artırdığı (Nas, 2020; Kang & Nam, 2017), bilgisayarca düşünme becerilerinin ise yaratıcı problem çözme süreçlerinde önemli bir rol oynadığı (Korkmaz, Çakır & Özden, 2015) belirtilmektedir. Bu bağlamda, matematiksel modelleme eğitimi, öğrencilere hem disiplinler arası bağlantılar kurma hem de öğrenme süreçlerini daha anlamlı hale getirme imkânı sunmaktadır. Türkiye’de özel yetenekli bireylerin eğitim gördüğü BİLSEM’lerde, 2024 matematik eğitimi çerçeve programında matematiksel modellemeye geniş yer verilmesi, bu bağlamda oldukça isabetli bir karar olarak değerlendirilmektedir (MEB, 2024). Araştırmanın bulguları, literatürde yer alan diğer çalışmalarla uyumludur.

Matematiksel modelleme eğitiminin pratikteki yansımaları, özellikle özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha anlamlı, etkili ve keyifli hale getirme potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Bu eğitim yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca matematik bilgilerini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda gerçek hayat problemleriyle bağlantı kurmalarına ve disiplinler arası bir bakış açısı geliştirmelerine de olanak tanımaktadır. Grup çalışmaları ve işbirliği odaklı etkinlikler, öğrencilerin sosyal becerilerini güçlendirirken, algoritmik düşünme, soyutlama ve hatalarını görme gibi bilişsel becerilerin gelişmesini sağlamaktadır. Eğitim ortamında matematiksel modelleme süreçlerinin yaygınlaştırılması, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerini ve eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekleyerek onları geleceğin problem çözücü bireyleri haline getirebilir. Sonuç olarak, matematiksel modelleme eğitimi, özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerilerini, yaratıcı problem çözme özelliklerini ve sorgulamaya yönelik tutumlarını geliştiren etkili bir öğrenme yaklaşımıdır. Bu eğitimin daha geniş bir çerçevede uygulanması, öğrencilerin akademik başarılarına ve kişisel gelişimlerine önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu bulgular doğrultusunda, matematiksel modelleme eğitimi daha etkili hale getirmek için çeşitli öneriler geliştirilmiştir:

Eğitim Programlarının Genişletilmesi: Matematiksel modelleme eğitimi, yalnızca özel yetenekli öğrencilere değil, genel eğitim sisteminde farklı kademelerdeki öğrencilere de sunulmalıdır. Müfredatta bu eğitimin daha geniş bir şekilde yer alması, öğrencilerin farklı akademik disiplinlerle bağlantı kurmalarını sağlayarak eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirebilir.

Ders Materyallerinin Zenginleştirilmesi: Öğrencilerin problem çözme sürecinde zorlanmalarını azaltmak için rehber materyaller, uygulamalı ders içerikleri ve simülasyon temelli öğrenme araçları geliştirilebilir. Ayrıca, modelleme süreçlerini

destekleyen çevrimiçi platformlar ve dijital kaynaklar daha erişilebilir hale getirilmelidir.

Gerçek Hayat Uygulamaları: Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine aktif katılımını sağlamak için gerçek hayat problemleri içeren proje tabanlı öğrenme etkinlikleri artırılmalıdır. Özellikle STEM ve disiplinler arası projeler, öğrencilere hem teorik bilgileri hem de pratik becerileri kazandırmada önemli bir rol oynayacaktır.

Öğrenci İşbirliği: Grup çalışmaları sırasında öğrenci işbirliğini teşvik eden etkinlikler ve öğrencilere süreci değerlendirme fırsatı veren geri bildirim mekanizmaları oluşturulmalıdır. Öğrencilerin akranlarıyla tartışarak çözümler üretmesi, onların yaratıcı düşünme süreçlerini destekleyecektir.

Teknolojik Araçların Kullanımı: Matematiksel modelleme eğitimi, dijital araçlarla daha etkili hale getirilebilir. Dinamik yazılım programları, simülasyon araçları ve yapay zeka destekli uygulamalar, öğrencilerin modelleme süreçlerini daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olabilir.

Öğrencilerin Bireysel İlgi ve Yetkinliklerine Göre Farklılaştırılmış Eğitim: Farklı öğrenme tarzlarına sahip öğrenciler için kişiselleştirilmiş eğitim modülleri geliştirilmelidir. Özellikle özel yetenekli öğrenciler için zenginleştirilmiş içerikler ve bağımsız araştırma projeleri sunulabilir.

Ulusal ve Uluslararası İşbirlikleri: Matematiksel modelleme eğitimiyle ilgili en iyi uygulamaları keşfetmek ve yaygınlaştırmak adına ulusal ve uluslararası eğitim kurumları ile işbirlikleri geliştirilebilir. Çeşitli araştırma projeleri, Avrupa Birliği projeleri ve akademik çalışmalar bu sürece katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, matematiksel modelleme eğitiminin daha geniş bir ölçekte uygulanması, öğrencilerin hem akademik hem de kişisel gelişimlerine önemli katkılar sunacaktır. Bu eğitimin sadece matematik dersleriyle sınırlı kalmayıp fen bilimleri, mühendislik ve sosyal bilimlerle disiplinler arası çalışılması, öğrencilerin analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini daha da ileriye taşıyacaktır. Eğitimde sürdürülebilir bir yenilik olarak matematiksel modelleme, geleceğin bilim insanları, mühendisleri ve problem çözücü bireyleri yetiştirmek adına önemli bir araç olarak değerlendirilmelidir.

Çatışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum ya da kişi ile çıkar çatışmasında bulunmadığını beyan etmektedir.

Etik Kurul Beyanı

Bu çalışma için Amasya Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal Bilimler Etik Kurulu'ndan (Karar No: 171993 ve 08.01.2024 tarihli) etik kurul onayı alınmıştır.

Kaynakça

- Adleff, A-K., Ross, N., Konig, J., & Kaiser, G. (2023). Types of mathematical tasks in lower secondary classrooms in germany: Statistical findings from a latent class analysis based on general mathematical competencies. *Educational Studies in Mathematics* 114, 371–392. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10254-9>
- Adsay, C., Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Erdoğan, F. U. (2020). Ortaokul öğrencilerinin blok temelli kodlama eğitimine dönük öz-yeterlik algı düzeyleri, stem ve bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 10(2), 469-489. <https://doi.org/10.17943/etku.696224>
- Akdeniz, H. (2021). *Bilim ve sanat merkezinde yaratıcı problem çözme çalışmaları: bir eylem araştırması* (Tez No. 674449) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi- Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Altuntaş, L. & Erişen, Y. (2021). İlköğretim öğrencilerinin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerileri ile matematik dersine yönelik tutum ve matematik dersi başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 6(1), 280-293. DOI: 11..11111/-ted.xx
- Ang, K. C. (2001). Teaching mathematical modelling in singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Baran Bulut, B., İpek, A. S., & Aygün, B. (2018). Yaratıcı problem çözme özellikleri envanterini türkçeye uyarlama çalışması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 1360-1377.
- Barry, D., & Kanematsu, H. (2007). Workshops in creative education for students and teachers in the united states and japan. *37th Annual Frontiers in Education Conference- Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*, Milwaukee, WI, USA. T2B-16-T2B-20. DOI: 10.1109/FIE.2007.4417897
- Binbir, Ü., & Arastaman, G. (2021). Eğitim hakkı: Bir sistematik derleme çalışması. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18 (Eğitim Bilimleri Özel Sayısı), 5067-5098. <https://doi.org/10.26466/opus.898503>
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematical modelling in European education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4(2), pp. 18-24. <https://doi.org/10.7916/-jmetc.v4i2.624>
- Borromeo Ferri, R. (2020). Make mathematical modelling marvelous! Follow teacher Mr. K. for your lesson tomorrow. *The New Jersey Mathematics Teacher*, 78(1), 44-53.
- Bukova Güzel, E. (Ed.), (2019). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2023). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-393>

- Choi, Y. W., Go, I. G., & Gil, Y. J. (2024). Correlation analysis between sub-element of technological thinking disposition and computational thinking of gifted students in South Korea. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(5), 1835-1857. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09888-4>
- Coştu, S. (2020). Matematik derslerinde ilişkilendirmenin önemi hakkında 6. sınıf öğrencileri ne söylüyor, ne düşünüyor?. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 1(2), 40-63.
- Cramond, B., Martin, C. E., & Shaw, E. L. (1990). Generalizability of creative problem solving procedures to real-life problems. *Journal for the Education of the Gifted*, 13(2), 141-155. <https://doi.org/10.1177/016235329001300203>
- Creswell, J. W. (2014). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi*. Anı Yayıncılık.
- Çetinkaya, Ç. (2014). The effect of gifted students' creative problem solving program on creative thinking. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116, 3722-3726. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.830>
- Çoban, Ö., & Koyunkaya, M. Y. (2022). Özel dörtgenlerin hiyerarşik ilişkisinin kurulması sürecinde sorgulamanın rolü. *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(2), 1006-1035. <https://doi.org/10.24315/tred.950449>
- Ebren Ozan, C., Korkmaz, Ö., & Karamustafaoğlu, S. (2016). Ortaokul öğrencileri için araştırma-sorgulamaya dönük tutum ölçeği. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 483-509. doi: 10.17539/aej.01597
- Ekici, D. İ. (2017). An investigation on the factors affecting the scientific inquiry skills perceptions of secondary students. *Kastamonu Education Journal*, 25(2).
- English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 303-323. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9013-1>
- Erbil, D. G., Yılmaz, E., Şentürk, C., Çevik, M., & Abdioğlu, C. (2022). Bir bilim kampının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve bilim kavramına bakış açılarına etkisinin incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(2), 321-352. <https://doi.org/10.56423/-fbod.1142666>
- Ferrando, I., Segura, C., Castillo, J. (2024). Regular and talented students' behaviour when solving modelling tasks: Are there differences?. In: Siller, HS., Geiger, V., Kaiser, G. (eds.), Researching mathematical modelling education in disruptive times. *International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53322-8_32
- Fırat, B. F. (2021). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine, görsel matematik okuryazarlığı algularına ve okuduğunu anlama becerilerine etkisi*. (Tez No. 662517) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Gökkurt Özdemir, B., Usta, N., Demir, Ö., & Minisker, M. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecinde sözel problemleri sorgulama becerilerinin incelenmesi. *Erzincan University Journal of Education Faculty/Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2). Doi: 10.17556/erziefd.330626

- Gürbüz, R., & Çalık, M. (2021). Intertwining mathematical modeling with environmental issues. *Problems of Education in the 21st Century*, 79(3), 412-424. doi:10.33225/pec/21.79.412
- Kang, J. W., & Nam, Y. (2017). The impact of engineering design based stem research experience on gifted students' creative engineering problem solving propensity and attitudes toward engineering. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 719-730. https://doi.org/10.14697/jkase.2017.37.4.719
- Karaahmetoğlu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of basic stem skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2), 1-14. <https://doi.org/10.17275/-per.19.8.6.2>
- Karasar, N. (2022). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler* (36. bs). Nobel Yayıncılık.
- Kaya, M. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarının düşünme ve problem çözme becerileri ile yordanması*. (Tez No. 658035) [Yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi-Amasya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Kaya, M., & Korkmaz, Ö. (2021). Ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarının düşünme ve problem çözme becerileri ile yordanması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(2), 396-420. https://doi.org/10.17943/etku.887659
- Keleş, T. (2021, 28-30 October). Üstün yetenekli ve üstün yetenekli tanısı konulmamış lise öğrencilerinin yaratıcı problem çözme özelliklerinin karşılaştırılması. *In Turkish Computer & Mathematics Education Symposium* (p. 95), Antalya, Türkiye.
- Keçeci, G. (2014). *Araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi*. (Tez No. 363082) [Doktora tezi, Fırat Üniversitesi-Elâzığ]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Kim, M. K., Roh, I. S., & Cho, M. K. (2016). Creativity of gifted students in an integrated math-science instruction. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 38-48. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.07.004
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2015). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (BDBD) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*. 1(2), 67-86.
- Krutikhina, M. V., Vlasova, V. K., Galushkin, A. A. & Pavlushin, A. A. (2018). Teaching of mathematical modeling elements in the mathematics course of the secondary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1305-1315. https://doi.org/10.29333/ejmste/83561
- Kuo, C. C., Maker, J., Su, F. L., & Hu, C. (2010). Identifying young gifted children and cultivating problem solving abilities and multiple intelligences. *Learning and Individual Differences*, 20(4), 365-379. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.005
- Lapawi, N., & Husnin, H. (2020). The effect of computational thinking module on achievement in science on thinking modules on achievement in science. *Science Education International*, 31(2), 164-171. https://doi.org/10.33828/sei.v31.i2.5

- Lehmann, T. H. (2024). Mathematical modelling as a vehicle for eliciting algorithmic thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 115(2), 151-176. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10275-4>
- Looi, C. K., Chan, S. W., Wu, L., Huang, W., Kim, M. S., & Sun, D. (2024). Exploring computational thinking in the context of mathematics learning in secondary schools: Dispositions, engagement and learning performance. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(5), 993-1011. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10419-1>
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 113- 142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Miftah, R., Dahlan, J. A., Kurniawati, L., Herman, T., & Cahyo, A. N. (2024). Improving gifted students' mathematical computational thinking abilities through the inquiry training model. Is it effective?. *Journal of Engineering Science and Technology. Special Issue on ISCoE2023* Vol. 19, No. 4, 77 – 85.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2019). *Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi*. https://menderes.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_11/26154916_Bilim_ve_Sanat_Merkezleri_Yonergesi_2019.pdf adresinden 01.02.2025 adresinden 2 Şubat 2025 tarihinde alındı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2023). *PISA 2022 OECD Ülke Raporu-Türkiye*. Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. <https://pisa.meb.gov.tr/> adresinden 1 Ocak 2025 tarihinde alındı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Bilim ve sanat merkezleri matematik dersi ÖYG ve PÜY çerçeve öğretim programı*. Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Mhlolo, M. K. (2017). Regular classroom teachers' recognition and support of the creative potential of mildly gifted mathematics learners. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik Mathematics Education*, 49, 81-94. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0824-6>
- Mihaela Singer, F., Jensen Sheffield, L., Freiman, V., & Brandl, M. (2016). Research on and activities for mathematically gifted students. *ICME-13 Topical Surveys*. Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-39450-3.
- Nas, C. (2020). *Otantik öğrenme yaklaşımına dayalı araştırma ve sorgulama temelli etkinliklerin 5. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcı problem çözme özelliklerine etkisinin incelenmesi*. (Tez No. 631936) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Niss, M. (2003, 3-5 January). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In 3rd *Mediterranean Conference on Mathematical Education*, Athen, Greece
- Özbek, G. (2023). *Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi ve yönetimi programının özel yeteneklilerin proje üretimi bağlamında etkililiği*. (Tez No. 782199) [Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi-Antalya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Özbek, G., Köse, E., & Cho, S. (2023). Gifted youths' mathematical modelling-based project production: Structure, triggers and contributing factors. *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101396. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101396>

- Özcan, M. (2021). Ortaokul öğrencilerinin araştırma-sorgulamaya yönelik tutumları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18(44), 8261-8279. <https://doi.org/10.26466/opus.892503>
- Özden, M. Y. (2015). *Computational Thinking*. <http://myozden.blogspot.com.tr/2015/06/-computational-thinking-bilgisayarca.html>. adresinden 16 Aralık 2024 tarihinde alındı.
- Özgen, K., & Şeker, İ. (2021). 6. Sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemlerindeki beceri gelişimlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 329-358. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.680760>
- Paf, M. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin bilişimsel düşünme becerileri ile yaratıcı problem çözüme becerileri arasındaki ilişki*. (Tez No. 577695) [Yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi-Aydın]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Sala Sebastià, G., Barquero, B., & Font, V. (2021). Inquiry and modeling for teaching mathematics in interdisciplinary contexts: How are they interrelated?. *Mathematics*, 9, 1714. <https://doi.org/10.3390/math9151714>
- Saltık Ayhanöz, G. (2021, 7-10 July). Özel yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *VIIIth International Eurasian Educational Research Congress*. Anı Yayıncılık, Aksaray, Türkiye.
- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: tracing its foundations and current research-practice trends. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik Mathematics Education*, 56(2), 211-222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Sarı, O. S., & Sağır, M. Ö. (2021). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme hakkındaki farkındalıkları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 335-359. <https://doi.org/10.17556/erziefd.761175>
- Sung, W. (2017). *The impact of embodiment and computational perspective-taking practice on young children's mathematics and programming ability*. Doctoral dissertation, Teachers College, Columbia University.
- Şengil Akar, Ş. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme etkinlikleri süreciyle incelenmesi*. (Tez No. 454933) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi- Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Şensoy, A., Tunç, A. S., & İncebacak, B. B. (2024). Classroom teachers' perceptions of science and inquiry-based teaching. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 14(3), 886-902. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1425673>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, USA: Pearson Education Limited. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_394
- Taşpınar, M. (2017). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamalı nicel veri analizi*. Pegem Akademi. DOI:10.14527/9786052410585
- Trpin, A. (2024). Teaching gifted students in mathematics: A literature review. *International Journal of Childhood Education*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.33422/ijce.v5i1.498>

- Van Zanten, M., & Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2021). Mathematics curriculum reform and its implementation in textbooks: Early addition and subtraction in realistic mathematics education. *Mathematics*; 9(7):752. The Netherlands. <https://doi.org/10.3390/math9070752>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomas, M. O. (2010). How high is the tramping track? Mathematizing and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 141-157. <https://doi.org/10.1007/BF03217571>

Extended Abstract

Mathematical modeling is considered a key tool in the cognitive and academic development of gifted students. This method not only encourages mathematical creativity but also develops the ability to generate solutions to problems encountered in daily life. In Turkey, the adoption of modeling education in platforms such as Science and Art Centers is gaining importance with the findings that it increases students' academic achievement and strengthens their problem-solving skills. The literature reveals that modeling processes contribute to creative problem solving, critical thinking and higher-level mathematical skills. However, it is emphasized that students experience difficulties in this process due to lack of guidance and materials. At the international level, countries such as Germany, Japan, and the Netherlands stand out with their modeling-oriented mathematics education reforms. Studies in Turkey suggest that such programs should be expanded, and curricula should be made more flexible. In general, mathematical modeling and interdisciplinary approaches seem to play a critical role in increasing the capacity of gifted students to think creatively and generate solutions to real-world problems. In this context, the purpose of this study was to examine the effects of mathematical modeling education on the computational thinking skills, creative problem-solving characteristics and inquiry-oriented self-efficacy of gifted middle school students.

Embedded research design, one of the mixed research designs, was used in the study. Convenient sampling, one of the non-random sampling types, was used in the study. The study group consisted of 31 gifted 6th and 7th grade students diagnosed with special ability. Within the scope of this research, “Computational thinking Skill Levels Scale ($\alpha=0,809$)” was used to determine the extent to which mathematical modeling activities affect middle school students' computational thinking skills, “Creative Problem Solving Characteristics Inventory ($\alpha= 0,73$ to $0,88$)” was used to measure the effect of mathematical modeling activities on creative problem solving levels, “Attitude Towards Inquiry Scale ($\alpha=0,756$)” was used to measure the effect of mathematical modeling activities on gifted middle school students' attitudes towards inquiry; “Attitude Towards Inquiry Scale ($\alpha=0,756$)” to measure the extent to which mathematical modeling education affects the attitudes of gifted middle school students towards inquiry, and ‘Semi-structured Interview Form’ to determine the

views of gifted middle school students on computational thinking skills, creative problem solving characteristics, attitudes towards inquiry and mathematical modeling education in detail. Dependent Sample T-Test analysis was used to analyze quantitative data and content analysis method was used to analyze qualitative data.

The experimental process was carried out with 6th and 7th grade gifted students at a public school in the center of Amasya. Mixed groups were formed with gifted students in the fields of general talent, visual arts and music, and all students constituted the experimental group. The experimental process was planned for 8 weeks. In the first week, a problem prepared and applied by experts from the literature was used. In the second and third weeks, technical information about the concept of mathematical modeling was given and a problem prepared and applied by experts from the literature was used. In the next three weeks, two problems prepared by the researcher were used. In the seventh and eighth weeks, students were asked to identify a real-life problem as a group, write the problem situation, and perform the steps for solution. In the implementation process, mathematical modeling problems involving topics such as “Geometric Concepts”, “Financial Management”, “Energy Transformations”, “Types of Agriculture”, and “Time Management” were used.

The findings show that mathematical modeling training provided significant and positive changes in students' learning processes. Mathematical modeling training led to a statistically significant increase in the creativity, algorithmic thinking, collaboration and critical thinking sub-dimensions in developing students' computational thinking skills. This improvement was associated with students' making connections with real life, using dynamic software and participating in collaborative activities in the process of solving mathematical modeling problems. However, no statistically significant increase was observed in the problem-solving sub-dimension. This may be explained by the fact that some students experience difficulties in problem solving perceptions when they encounter real life problems.

Mathematical modeling education provided a significant increase in students' creative problem-solving skills. Using different perspectives in problem solving processes, generating solutions with systematic methods and sharing these solutions with their peers stood out as factors that increased their creativity. Values such as cooperation, peer learning and respect for differences were emphasized during group work, which supported creative thinking processes. These results are in line with the literature indicating that creative problem solving is generally not a challenge for gifted students. For example, it is frequently emphasized in the literature that STEM and authentic learning approaches increase creative problem solving skills and support academic achievement.

The study also revealed a significant improvement in students' attitudes towards research and inquiry, especially in the “curiosity” dimension. However, the limited development in other dimensions of inquiry was associated with the fact that the content of the activities was not comprehensive enough in these areas. In the

mathematical modeling process, students tried to understand real-life mathematics and made efforts to integrate this mathematics into their daily lives. The difficulties encountered in the process allowed students to gain experience in the stages of data collection, model building and solution development. In the literature, it is stated that the development of inquiry skills depends on both teachers' guidance and students' participation in motivating activities. In particular, it is stated that inquiry-based learning approaches improve scientific process skills and provide students with a more effective approach to problem solving.

In conclusion, it is understood that mathematical modeling training is an effective learning approach that improves gifted students' computational thinking skills, creative problem-solving skills and attitudes towards inquiry. In addition to making students' learning processes meaningful, the training makes significant contributions in terms of establishing interdisciplinary connections and supporting collaboration. Therefore, it is recommended that mathematical modeling education be implemented in a broader framework.